



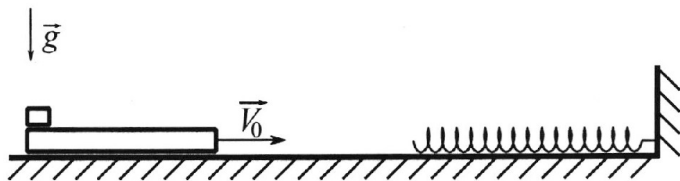
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

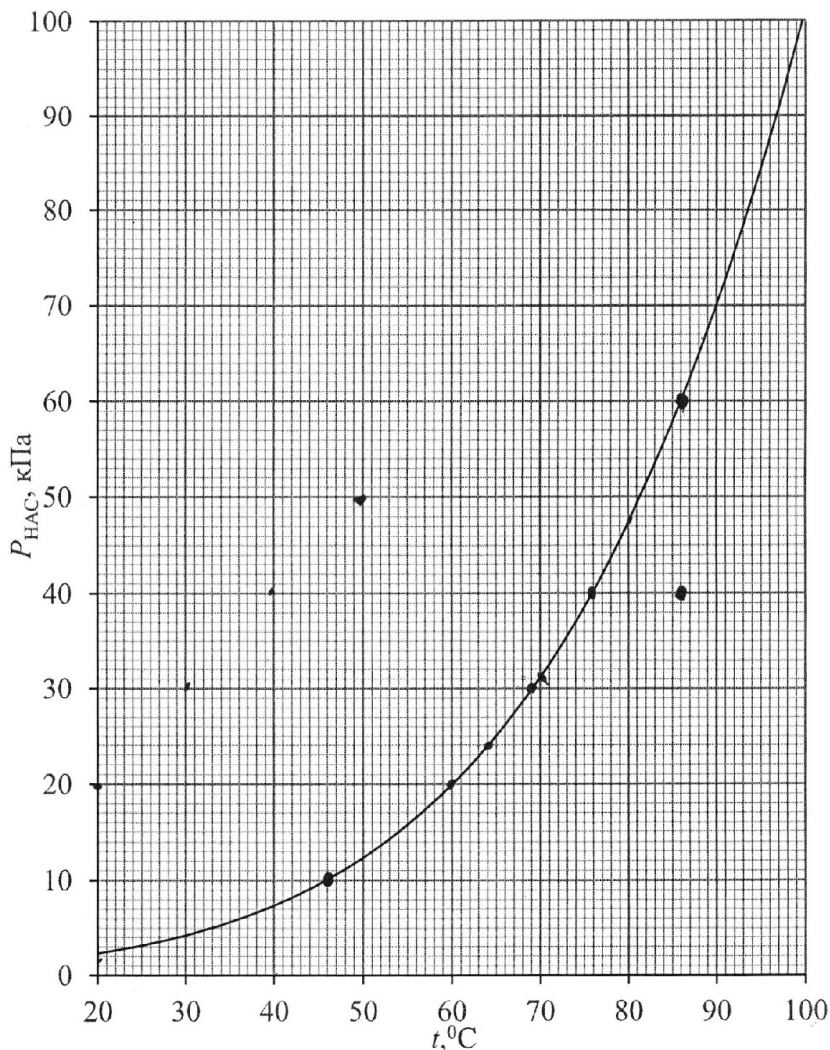


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





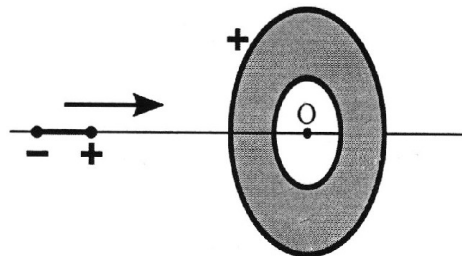
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

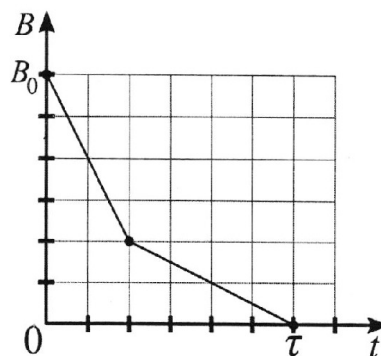
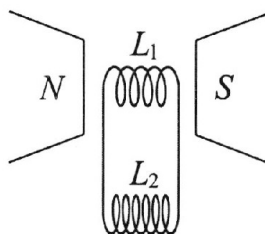


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполью сообщают начальную скорость $2V_0$.



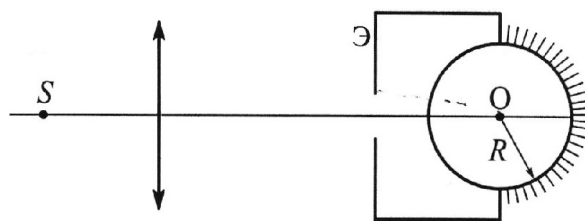
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекающий через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

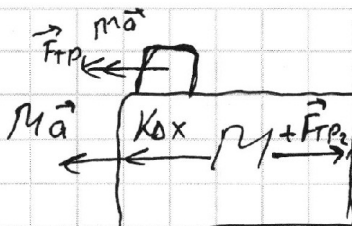
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\pi \approx 3$$

$$\Delta x - ?$$

$$t - ?$$

$$a - ?$$



$$\begin{aligned} F_{ТРК} &= \\ &= F_{ТРК} = \\ &= F_{ТРК} = \\ &= \mu mg \end{aligned}$$

1) по 2-й з.н. для доски:

$$Ma = k\Delta x - F_{ТРК}$$

$$a = \frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g$$

~~Брус~~ брусок не будет двигаться

отн-то доски в том момент,

когда

$$F_{ТРК} = ma$$

$$\mu mg = m \cdot \left(\frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g \right)$$

$$\mu g = \frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g$$

$$\mu g = \frac{k\Delta x}{M} - \mu g$$

$$k\Delta x = \mu g (m + M)$$

$$\Delta x = \frac{\mu g (m + M)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

2) допустим M и m "приклеены"
и движутся как одно целое всё время.
В нач. момент это будут гарм. колеб.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По 3. С. 2. в таком случае:

$$\frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2}, \quad x_{\max} - \text{макс. раст. пружины}$$

$$x_{\max} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{2}{3} \text{ м.}$$

Но тела двигались как одно целое $\frac{x_{\max}}{2}$ метров $\Rightarrow$ для этого начального движение справедливо:

$$\frac{x_{\max}}{2} = x_{\max} \cdot \sin \omega t, \quad \omega - \text{цикл. раст.}$$

$$\sin \omega t = \frac{1}{2}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi \cdot T}{6 \cdot 2\pi} = \frac{T}{12} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}}}{12} = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{\pi}{18} \approx \frac{1}{6} \text{ с.}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$2) \frac{1}{6} \text{ с}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:
 $p_0 = 150 \text{ кПа}$

$t_0 = 86^\circ \text{C}$

$\varphi_0 = \frac{2}{3}$

$t = 46^\circ \text{C}$

$p_i = ?$

$t^* = ?$

$\frac{V}{V_0} = ?$

1) $p_i = p_n \cdot (t_0) \cdot \varphi_0 = 60 \text{ кПа} \cdot \frac{2}{3} = 40 \text{ кПа}$
судя по графику

2) по И.З.И.:

$M_g = \rho_0 S$, где M — масса поршня, S — его площадь. Известно, что процесс проходит постепенно
 $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow$ давление вл. воздуха постоянное, равное p_0

$$p_0 = p_{\text{в.п.}} + p_{\text{с.в.}}$$

$p_{\text{в.п.}}$ — изначальное давление вод. паров

$p_{\text{с.в.}}$ — изнач. давление сух. возд.

Нагнется кокг., при $p_{\text{в.п.}} = p_n(t^*)$

т.к. $p_{\text{в.п.}} = \text{const} = 40 \text{ кПа}$, то t^* судя по графику — 76°C .

3) Дальше $p_{\text{в.п.}}$ будет уменьш., но для того, чтобы $p_0 = \text{const}$, необходимо, чтобы

$p_{\text{с.в.}} \uparrow$. Итого,

$$p_0 = p_{\text{в.п.}}' + p_{\text{с.в.}}'$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$P_{в.п.}'$ — давление вод. пара в кон. момент

$P_{с.п.}'$ — давление сух. возд. в кон. момент

$$P_{в.п.} = P_{нас}(t) = 10 \text{ кПа}$$

↓↓

$$P_{с.в.}' = P_0 - P_{в.п.}' = 140 \text{ кПа}$$

• ~~по уравн~~

$$P_{с.в.} = P_0 - P_{в.п.} = 110 \text{ кПа}$$

• По уравн Менд. — Клапейра сух. возд.

$$P_{с.в.} V_0 = \nu R T_0, \quad \nu - \text{кол-во сух. возд.},$$

$$P_{с.в.}' V = \nu R T, \quad T_0 = (273 + t_0) \text{ К}; \quad T = (t + 273) \text{ К}$$

$$\frac{P_{с.в.}' V}{P_{с.в.} V_0} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{T \cdot P_{с.в.}}{T_0 \cdot P_{с.в.}'} = \frac{(273 + 86) \cdot 110 \cdot 10^3}{(273 + 27) \cdot 140 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{359 \cdot 11}{359 \cdot 14} = \frac{359}{14 \cdot 29} = \frac{359}{406}$$

Ответ: 1) 40 кПа

2) 76 °C

3) $\frac{359}{406}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано: 1) по 3. С. Э.

$$v_0 \quad \frac{m \cdot (2v_0)^2}{2} + W_{p+} = W_{p+} + W_{p-} + W_p + E_k$$

$v_1 = ?$

$v_2 = ?$
 W_{p+} - энергия взаим. зарядов диполя

W_{p+} - энергия взаимодей. полож. заряда и диска. m - масса диполя

W_{p-} - энергия взаимодей. отриц. заряда и диска. E_k - кинет. энергия в кон. мом.

• W_p пропорциональна зарядам и обратно пропорц. расст. мжу зарядами.

В данном случае заряды диполей равны по модулю но противоположны по знаку.

Расстояния до дисков от зарядов одинаковые, т.к. центр диполя находится в т. О $\Rightarrow |W_{p+}| = |W_{p-}|$

ис $W_{p+} = -W_{p-}$. Отсюда делаем вывод, что:



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{m \cdot (2v_0)^2}{2} + W_{p+} = W_{p+} + W_{p+} + W_{p-} + E_k,$$



$$\frac{m \cdot (2v_0)^2}{2} = \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

$$v_1 = 2v_0$$

Ответ: 1) $2v_0$

2) Мин. нач. скорость - v_0 , для того чтобы

а) в первый промежуток пути (от бесконечности, до момента, когда q_+ будет в т.о) отриц. заряд будет притягиваться к диску, а полож. отталкиваться. Притяг. отталкиваться с большей силой из-за того, что полож. заря ближе. Вывод - ~~зар~~ ^{диск}

замедляется

б) во второй промежуток пути (от момента, когда полож. заряд будет в т.о до момента, когда отриц. заряд будет в т.о) полож.

заряд отталкивается от диска, отриц. притяг.

⇒ вывод: диск ускоряется.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 3 из 3

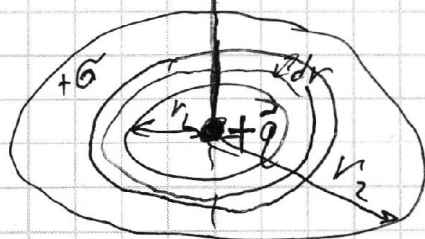
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

В) в третий промежуток пути (от мом. когда отриц. заряд будет в т. О до мом. остановки диска) посл. заряд отталкивается от диска, отриц. притяг., притяг. и притяг. сильнее $\Rightarrow$ дин. замедляется.

• Из п. б можно сделать вывод, что мин. скорость будет, когда полож. заряд окажется в т. О(I) и т.а.х.

Скорость, когда отриц. заряд будет в т. О. (II)

I.



W_+ - Энергия

взаимод. $+q$ и диска. Она равна сумме

взаимод. $+q$ и колец:

$$\Delta W_+ = \frac{kq \cdot \sigma \cdot \Delta S}{r} = \frac{kq \cdot \sigma \cdot (\pi(r_1 + dr)^2 - \pi r_1^2)}{r} = \frac{kq \sigma}{r} \pi (dr^2 + 2r_1 dr) = \frac{\pi k q \sigma dr}{r} \cdot (dr + 2r_1)$$

$$dr \ll 2r_1 \Rightarrow \Delta W_+ = 2\pi k q \sigma dr$$

$$\Rightarrow W_+ = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi k q \sigma dr = 2\pi k q \sigma (r_2 - r_1) = \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0} (r_2 - r_1)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 из 2

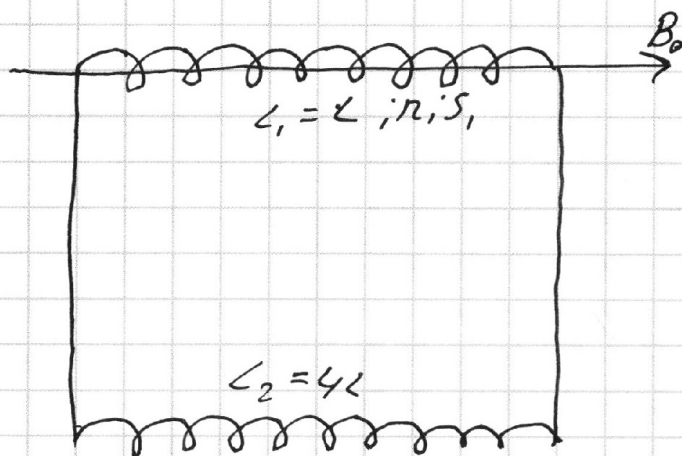
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$L_1 = L$

 n S_1 B_0

$L_2 = 4L$

 r $I_0 - ?$ $\Delta \varphi - ?$ 

1) При уменьшении магн. индукции возник. в первой катушке: ЭДС инд.

и следоват. ЭДС самоинд.

И во второй ~~так~~ очевидно также будет возник.

ЭДС самоинд. По прав. Кирхг.

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{si_1} + \mathcal{E}_{si_2} = 0$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} - L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0, L_1, L_2 - \text{послед.}$$

$$\Rightarrow dI_1 = dI_2. \text{ Сократив на } dt:$$

$$-d\varphi = dI_1 \cdot (L_1 + L_2)$$

$$-d(B \cdot S_1) = 5L dI_1$$

$$-dB \cdot S_1 \cdot n = 5L dI_1$$

$$-(0 - B_0) \cdot S_1 \cdot n = 5L (I_0 - 0)$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{5L}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) Правило Кирхг.:

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{s1} + \mathcal{E}_{s2} = 0$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} - \mathcal{L}_1 \frac{dI_1}{dt} - \mathcal{L}_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$-d\varphi = 5\mathcal{L} dI_1$$

$$-dB \cdot S_1 \cdot n = 5\mathcal{L} \cdot dI_1$$

$$-dB \cdot S_1 \cdot n = 5\mathcal{L} \cdot \frac{dq_2}{dt}$$

$$dq = -\left(\frac{dB}{dt}\right) \cdot \frac{S_1 n}{5\mathcal{L}}$$

$$\int dq = \int -\left(\frac{dB}{dt}\right) \cdot \frac{S_1 n}{5\mathcal{L}} = \int (-dB \cdot dt) \cdot \frac{S_1 n}{5\mathcal{L}}$$

$\int dq$ - суммарный заряд, прошедший
т/з катушку. $\int -\frac{dB}{dt} dt$ - площадь под
графиком (минус "уйдет" т.к. В уменьш.)

!!!

$$\Delta q = \frac{S_1 n}{5\mathcal{L}} \cdot \left(\frac{B_0 + \frac{1}{3} B_0}{2} \cdot \frac{\tau}{3} + \frac{\frac{B_0}{3} \cdot \frac{2}{3} \tau}{2} \right) =$$

$$= \frac{S_1 n}{5\mathcal{L}} \cdot \left(\frac{2 B_0 \tau}{9} + \frac{B_0 \tau}{9} \right) = \frac{S_1 n B_0 \tau}{15\mathcal{L}}$$

Ответ: 1) $\frac{B_0 S_1 n}{5\mathcal{L}}$

2) $\frac{S_1 n B_0 \tau}{15\mathcal{L}}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

F

$a = 1,5F$

$b = \frac{8}{3}F$

$R - ?$

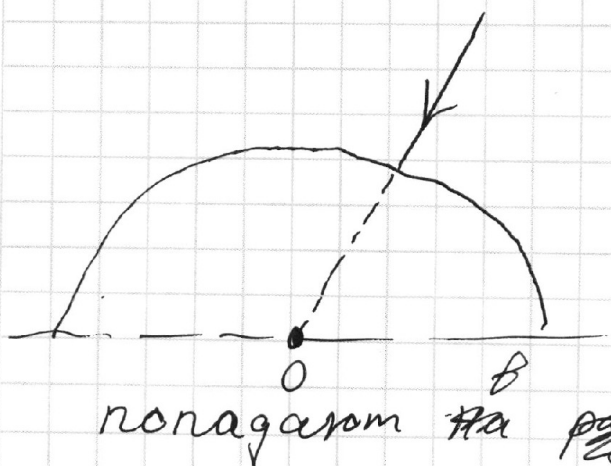
$n - ?$

1) Ур-ие тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{aF}{a-F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F - F} = 3F.$$

Заметим, что изображение находится за ближ. точкой линзы к шару B .
 $\Rightarrow$ лучи будут сходиться в шар.



Также следует отметить, что если лучи падают на сферу так, что их продолжен. попадают на ~~радиус~~ центр окружности,



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

то лучи пойдут по той же
траектории только в обратное направл.,
вне зависимости от показателя прел.
⇒ в нашем случае, чтобы изображение
система "линза-шар" совпадало с
ист. следует, чтобы центр шара
совпадал с изобрат. система "предмет-
линза". $\Rightarrow R + v = f \Rightarrow R = f - v = \underline{\underline{\frac{1}{3}F}}$
Ответ: 1) $\frac{F}{3}$

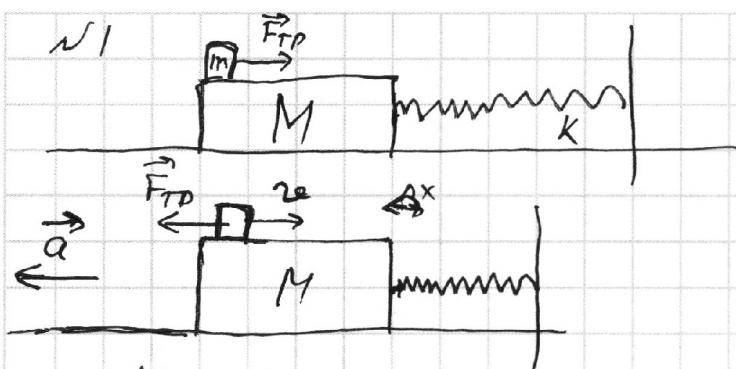


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\mu = 0.3 \quad \sqrt{3} \approx 1.73 \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_{TP} = ma$$

$$F_{TP_{\text{крит}}} = \mu mg$$

$$F_{TP} \leq \mu mg$$

$$Ma = k\Delta x$$

$$ma = F_{TP}$$

$$m \cdot \frac{k\Delta x}{M} \leq \mu mg$$

$$\Delta x \leq \frac{\mu g M}{k}$$



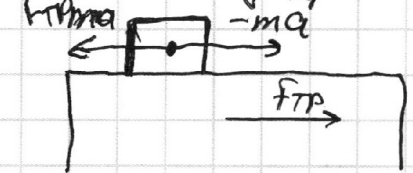
$$Ma = k\Delta x$$

$$\frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$\Delta x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} =$$

$$= v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{g}} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

СО-госка



$$F_{TP} - ma \geq 0$$

$$F_{TP} \geq ma$$

$$\mu mg \geq ma$$

$$\left(\frac{T}{4}\right)$$

t-T?

$$ma =$$

$$Ma = k\Delta x - \mu mg$$

$$a = \frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g$$

$$Ma = k\Delta x - \mu mg$$

$$a = \frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g$$

$$x = \omega x_m$$

$$ma = F_{TP}$$

$$m \cdot \left(\frac{k\Delta x}{M} - \mu \frac{m}{M} g \right) = \mu mg$$

$$\frac{k\Delta x}{M} = \mu g + \mu \frac{m}{M} g$$

$$k\Delta x = M\mu g + \mu mg$$

$$\Delta x = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$= \frac{0.3 \cdot 10 \cdot 3}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$$



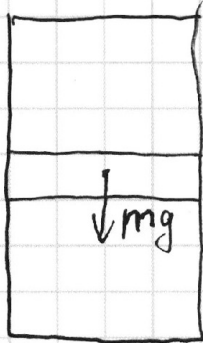
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 __ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2



const $P_{в.н.}$ const $P_{с.в.}$ const
 $P_0 = P_{в.н.} + P_{с.в.}$
 $P_0 = 150 \text{ кПа}$ $t_0 = 86^\circ \text{C}$ $\varphi_0 = \frac{2}{3}$
 1) $P_{в.н.} = \varphi_0 \cdot P_H(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$
 $P_{с.в.} = P_0 - P_{в.н.} = 110 \text{ кПа}$

2) $t_0 \rightarrow t$
 $86^\circ \text{C} \rightarrow 46^\circ \text{C}$

$P_{в.н.} V = \nu R T_0$

$P_{в.н.}' V' = \nu R T_1^*$

$P_{в.н.}' = \frac{\varphi \cdot P_H(t^*)}{100\%}$

20 кПа

$\frac{86}{70} = \frac{43}{35}$

$\frac{40}{31} \quad 86 + 273 = 359 \text{ K}$

$P_0 V_0 = \nu R T_0$

$P_0 V = \nu R T_1$



$P_{в.н.} \propto T$

$P_{в.н.} = d T$

$\varphi = 100\%$

$21,5 \cdot \frac{3}{4} = 64,5$

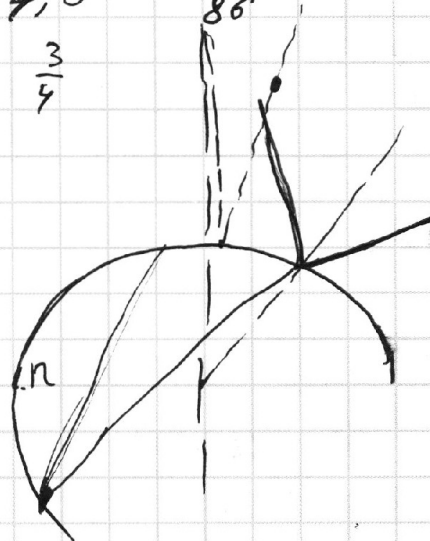
$\frac{49}{24} = \frac{5}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{3}{4}$

$P_{в.н.} \downarrow \quad P_{с.в.} \uparrow$

$P_{с.в.}' = 100 \text{ кПа}$

$\frac{P_{с.в.} \cdot V_0}{P_{с.в.}' \cdot V} = \frac{T_1}{T_0}$

$\frac{89}{86}$





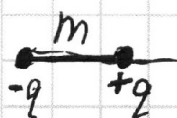
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$M_a = K \Delta x_{\max} - \mu m g$$

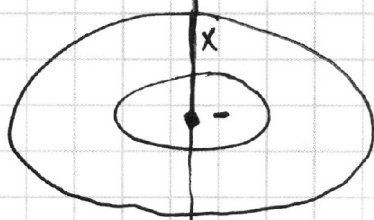


$$v_0 - \text{на } 2v_0$$

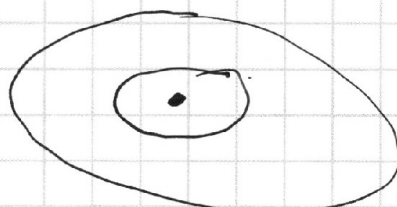
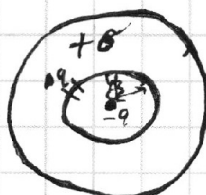
$$\frac{m v_0^2}{2} + \cancel{E_p} = \cancel{E_p} + W_{p+} + W_{p-}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = W_{p+} + W_{p-}$$

$$+ \frac{273}{46} \quad \frac{3}{9}$$

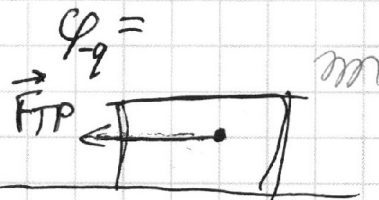


$$\frac{86}{359}$$



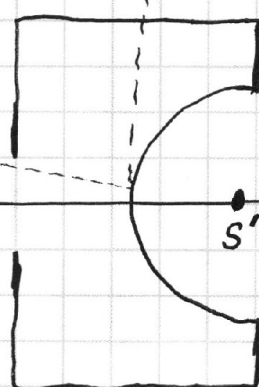
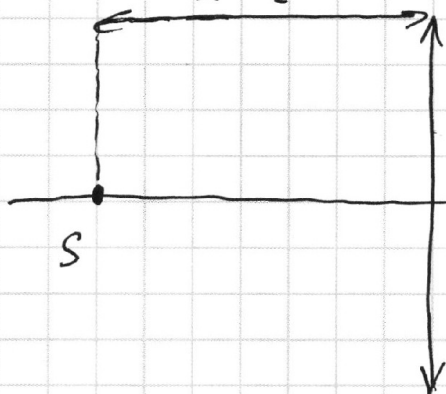
$a_{\text{пер}} - ?$

$$F_{\text{тр}} = m a_{\text{отн}} + m a_{\text{пер}}$$



$$b = \frac{2F}{3}$$

$$a = \frac{3}{2} F$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{s}$$

$$f = \frac{aF}{a-F} = \frac{\frac{3}{2}F \cdot F}{\frac{3}{2}F - F} = 3F$$

$$M_{a_{\text{пер}}} = K \Delta x_{\max} + \mu m g$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$R = \frac{F}{3}$$

$$X = X_m \sin \omega t$$

$$\frac{X}{2} = X_m \sin \omega t$$

$$\frac{1}{2} = \sin \omega t$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi \cdot T}{6 \cdot 2\pi} = \frac{T}{12} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{3m}{k}}}{12}$$

$$= \frac{T}{6} \cdot \sqrt{\frac{3m}{k}} = \frac{\pi}{18} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ -29 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 14 \\ \hline 116 \\ 29 \\ \hline 406 \end{array}$$

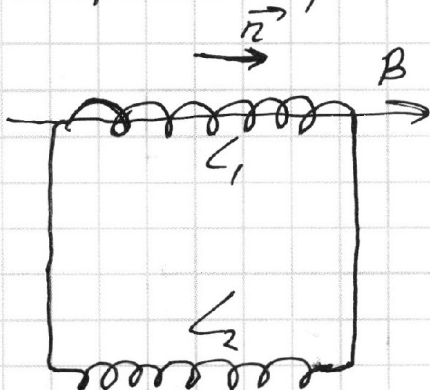
$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ \times 14 \\ \hline 1436 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3509 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\sqrt{4} \begin{array}{r} 29 \\ \times 14 \\ \hline 116 \\ 29 \\ \hline 406 \end{array}$$

Правило Кхирз.



$$\mathcal{E} = \mathcal{U}_1 + \mathcal{U}_2$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$-dB \cdot S_1 = (L_1 + L_2) \cdot dI$$

$$-(B - B_0) \cdot S_1 = (L_1 + L_2) \cdot (I_0 - 0)$$

$$I_0 = \frac{BS_1}{L_1 + L_2}$$

$$-dB \cdot S_1 = (L_1 + L_2) \cdot dI$$

$$-dB \cdot S_1 = (L_1 + L_2) \cdot \frac{dq}{dt}$$

$$\int dq = \int |dB| \cdot dt \cdot \frac{S_1}{L_1 + L_2}$$

$$dq = \frac{S_1}{L_1 + L_2} \cdot \int |dB| \cdot dt$$

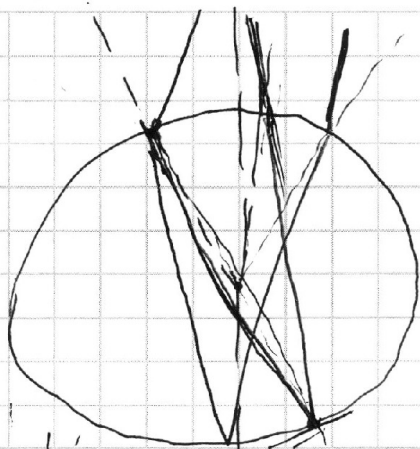


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

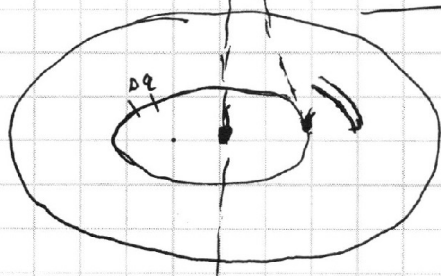
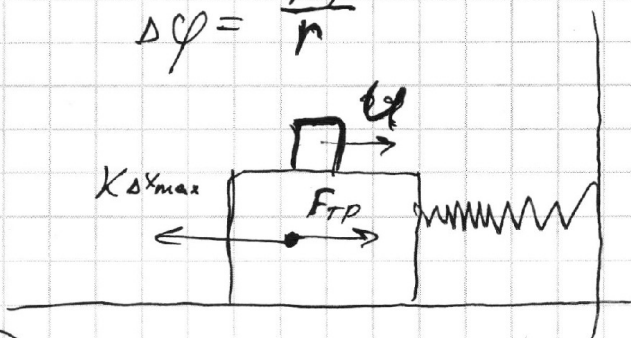
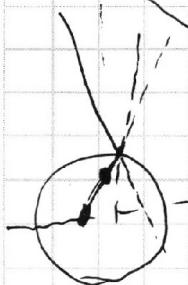


$$\frac{mv^2}{2} = (0 - \varphi_+)^2 + (0 - \varphi_1)^2 = 2\varphi$$

$$\Delta\varphi_+ = \frac{k\Delta q}{r}$$

$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$\Delta\varphi = \frac{kq}{r}$$



$$Ma = K\Delta x_{max} - \mu mg$$

$$-\pi r^2 + \pi(r+dr)^2 =$$

$$= \pi(dr^2 + 2rdr)$$

$$\varphi(r) = \frac{k}{r} \cdot \sigma \cdot dS = \frac{k\sigma}{r} \cdot \pi \cdot (dr^2 + 2rdr) =$$

$$= \frac{k\sigma\pi}{r} dr (2r + dr) = 2k\sigma\pi dr = 2$$

$$\varphi = 2k\sigma\pi r = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dr$$

kq_2

1

